

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta Stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Rodinný dům – vytápění

The Family House – The Heating

Student:

Vlastimil Sadílek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Otakar Galas

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra prostředí staveb a TZB

## **Zadání bakalářské práce**

Student: **Vlastimil Sadílek**  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607R040 Prostedí staveb  
Téma: **Rodinný dům - vytápění**  
**The Family House - The Heating**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část
2. Stavební část (v rozsahu potřeb TZB, M. 1:50)
3. Situace
4. Dokumentace zařízení pro vytápění stavby :

Projekt vytápění:

1. technická zpráva
  - výpočet tepelných ztrát (výkonu) objektu
  - energetická bilance potřeby tepla
  - návrh a výpočet jednotlivých topných zařízení
  - návrh a výpočet teplovodního vytápění
2. výkresová část

Rozsah práce: dle směrnice děkana č.7/2010 a dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Seznam doporučené odborné literatury:

Z.č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)  
ČSN 734301 Obytné budovy 2004  
ČSN 016420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004  
ČSN EN 1996-1 – EC 6: Navrhování zděných konstrukcí: Část 1 – Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce 2007  
Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o obecných požadavcích na výstavbu  
Vyhláška MMR č. 369/2001 Sb., o obecných požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace  
ČSN EN 806 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě: Část 1-3 2006  
ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem 2002  
ČSN 755411 Vodovodní přípojky 2006  
ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky 2004  
ČSN EN 120565 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001  
ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2003

ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně-technické a plynovodní instalace 2006  
ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2006  
ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994  
ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2007  
ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektová montáž 2002  
ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování 06  
ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení 2006  
ČSN EN 12 831 Teplené soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005  
ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005  
ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000  
Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)  
Bystřický, Pokorný: TZB-A (zdravotechnika), ČVUT Praha (2003)  
Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)  
Brož, Vytápění, ČVUT Praha (2002)  
Kuba: Plynová zařízení v technické vybavenosti budov, VŠB-TU Ostrava (2003)  
Cihlář, Gebauer, Počinková: TZB, ÚT I, Cvičení, ateliérová tvorba, CERM, s.r.o. Brno (1998)  
ČSTZ Praha: Technická pravidla a doporučení GAS. Soulad TPG – TD  
www.tzbinfo.cz: Společnost pro techniku prostředí  
Vaverka a kolektiv: Stavební tepelná technika a energetika budov, Vutium Brno, (2006)  
Filipiová: Projektujeme bez bariér Praha (2002)  
Žeravík: Stavíme tepelné čerpadlo (2001)


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

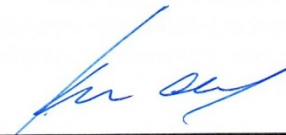
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Otakar Galas**

Datum zadání: 29.10.2010

Datum odevzdání: 02.05.2011



  
Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.  
děkanka fakulty

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

Podpis studenta

# Prohlašuji, že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních přednastavení a užití díla školního a § 60 – školní dílo
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s Tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladu, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

.....

Podpis studenta

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Sadílek, V. *Rodinný dům – vytápění*. Ostrava: katedra prostředí staveb a TZB, Fakulta stavební VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2011. Bakalářská práce, vedoucí Galas, O. 33str.

Bakalářská práce se zabývá řešením rodinného domu a jeho vytápění. Předmětem práce bylo vytvoření projektu rodinného domu, kde je kladen důraz na efektivní vytápění a tepelnou pohodu. K výsledné variantě vytápění je vytvořena výkresová dokumentace v CAD systému. Obsahem práce je i stavebně-technické a architektonické řešení stavby s vypracováním výkresové dokumentace v CAD systému.

## ANOTATION OF BACHELOR THESIS

Sadílek, V. *The Family House – The Heating*. Ostrava: Department of Indoor Environmental Engineering and Building Services, Faculty of Civil Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2011. Bachelor thesis, head: Galas, O. 33 pages.

Bachelor thesis is dealing with design of detached house and its heating. Main subject of composition is design of the detached house project with efficient heating and thermal comfort. There is drawing documentation for final version included. Bachelor thesis also contains construction and technical solution of structure with drawing documentation.

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Otakaru Galasovi za odbornou konzultaci a vedení při vypracování této práce.

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>STAVEBNÍ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>3</b>
2.1	Průvodní správa .....	3
2.2	Souhrnná technická zpráva .....	6
2.3	Technická zpráva .....	12
<b>3</b>	<b>VYTÁPĚNÍ OBJEKTU.....</b>	<b>19</b>
3.1	Technická zpráva vytápění .....	19
3.2	Kapilární rohože .....	25
3.3	Tepelná čerpadla .....	26
<b>4</b>	<b>ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTICE DO TEPELNÉHO ČERPADLA.....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>33</b>
	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>34</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>



# 1 ÚVOD

Tématem bakalářské práce je návrh stavebně technického řešení rodinného domu a jeho vytápění. Mým cílem je návrh rodinného domu, který by splňoval požadavky moderního bydlení a zároveň požadavky současných norem [1] [2] a předpisů [3]. Dům je vytápěn úsporným vytápěním a přitom je zachována dobrá tepelná pohoda. Tato práce se skládá ze dvou základních částí – část zabývající se vytápěním objektu a část zabývající se stavebně – technickým a architektonickým řešením rodinného domu.

V části zabývající se vytápěním je popsán systém vytápění objektu a jeho materiálové řešení. Dům je vytápěn podlahovým vytápěním pomocí tepelného čerpadla a k dotopení místností jsou navrženy kapilární rohože. V této části bakalářské práce se také zmiňuji o kapilárních rohožích a tepelných čerpadlech.

Část se stavebně-technickým a architektonickým řešením stavby obsahuje průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu a technickou zprávu, vše v členění platné legislativy, a její konstrukční a materiálové řešení. Je zde uvedeno také zasazení stavby do prostředí.

V bakalářské práci je i uvedena část zabývající se efektivitou investice do tepelného čerpadla.

## 2 STAVEBNÍ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ

### 2.1 Průvodní správa

#### 2.1.1 Identifikační údaje

Název akce:	Rodinný dům
Místo stavby:	obec Veřovice
Katastrální úřad:	Nový Jičín
Kraj:	Moravskoslezský
Stavební úřad:	Frenštát pod Radhoštěm
Číslo parcely:	1237/3
Investor:	Aneta Sadílková
Projektant:	Vlastimil Sadílek

#### 2.1.2 Údaje o dosavadním využití

Stavební parcela č. 1237/3 se nachází v obci Veřovice, katastrální území Nový Jičín. Parcela má 909m<sup>2</sup>, nachází se v zastavěném území obce. Parcela byla vyňata z půdního zemědělského fondu. K parcele č. 1237/3 vede betonová komunikace, tato komunikace je součástí pozemku č. 1237/3 a je na ni uvedeno věčné břemeno používání k účelu přístupu k okolním pozemkům 216/2 a 216/1. V současné době je pozemek oplocen pletivem a udržován.

### **2.1.3 Údaje o provedených průzkumech a napojení na dopravní a technickou infrastrukturu**

V uvažovaném místě budoucího objektu nebyla zjištěna hladina podzemní vody, která by zasahovala do základové spáry. Hladina podzemní vody byla zjištěna v hloubce -2,500 (vztaženo k  $\pm 0,000$ ). Na pozemku nebyl zjištěn nebezpečný výskyt radonu. Základová půda je tvořena kamenitým až hlinito-kamenitým sedimentem [6].

Přípojka vnitřního vodovodu bude napojena na veřejný vodovod vedoucí pod betonovou komunikací na hranici pozemku. Přípojka nízkého napětí bude zřízena podzemním vedením do elektroměrné skříně na hranici pozemku. Přípojka nízkého napětí se napojí na stávající nadzemní elektrické vedení. V místě pozemku není žádná veřejná kanalizace. Splašková kanalizace objektu bude napojena na ČOV. Dešťová kanalizace bude ukončena vsakovací jímkou. Přípojka plynovodu nebude zřízena. Uspořádání sítí technické infrastruktury bude v souladu s normovými požadavky [6]. V místě uvažované stavby neprochází žádné sítě technické infrastruktury.

Podklady:

- Geologické mapy [7]
- Radonová mapa [7]
- Katastrální mapa se schématickým umístěním parcel 1:2880
- Katastrální mapa s umístěním sítí

### **2.1.4 Údaje o splnění podmínek územního plánu**

Výstavba na pozemku č. 1273/3 je v souladu s územním plánem.

### **2.1.5 Lhůta výstavby včetně popisu výstavby**

Zahájení stavby červen 2011

Ukončení stavby říjen 2012

**Fáze výstavby**

- I. Odstranění nízkých stromů a křovin, sejmutí ornice
- II. Výkopy základů a přípojek, geotermální vrt
- III. Zhotovení přípojek, přípojky tepelného čerpadla na vrt
- IV. Vybetonování základů
- V. Svislé obvodové konstrukce a nosné příčky, vodorovné konstrukce
- VI. Střecha včetně klempířských prvků, výplně otvorů
- VII. Vnitřní příčky
- VIII. Rozvod vytápění, vnitřního vodovodu, kanalizace, elektroinstalace
- IX. Zhotovení omítek, podlah
- X. Práce nutné k dokončení stavby

**2.1.6 Statistické údaje o stavbě, orientační cena stavby****Parametry stavby:**

Plocha pozemku:	909,00 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha celkem:	153,59 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor garáže:	121,82 m <sup>3</sup>
Obestavěný prostor domu:	890,86 m <sup>3</sup>
Podlahová plocha domu (1.NP+2.NP):	204,00 m <sup>2</sup>

## **2.2 Souhrnná technická zpráva**

### **2.2.1 Zhodnocení staveniště**

Stavební parcela č. 1237/3 se nachází v obci Veřovice. Nyní je stavební parcela zatravněna a vyskytují se na ní nízké ovocné stromy a kolem hranice pozemku křoviny. Parcela je oplocena. Základová půda je tvořena kamenitým až hlinito-kamenitým sedimentem [6]. Stavební parcela má mírný sklon směrem na západ a její nadmořská výška je 455 m n. m. Ze stávající betonové komunikace na parcele č. 1237/3 bude zřízen vjezd a přístup k objektu. Hladina podzemní vody nezasahuje do uvažované základové spáry, hladina podzemní vody je v úrovni -2,500 (vztaženo k  $\pm 0,000$ ). Na pozemku nebyl zjištěn výskyt radonu.

### **2.2.2 Urbanistické a architektonické řešení stavby**

Budova na parcele č. 1237/3 je umístěna ortogonálně s rodinným domem na parcele č. 1237/5, aby bylo zajištěno včlenění mezi stávající zástavbu. Budovy sousedních parcel jsou dvoupodlažní. Půdorysně je dům s garáží uspořádán tak, aby byl maximálně využit tvar pozemku. Stavební pozemek č. 1237/3 je ohraničen ze severu parcelou č. 2136/1 (nyní nezastavěná louka). Na parcelách č. 216/2, 216/1, 1237/5, 1237/4 se nacházejí rodinné domy se zahradou.

Vjezd a vstup na pozemek je situován z východní strany po zpevněné zámkové dlažbě. Garáž poskytuje stání pro jeden automobil, druhý automobil má navržené stání na zpevněné ploše podél stávající komunikace.

Rodinný dům je dvoupodlažní nepodsklepený. Střecha je šikmá pultová se sklonem na jih. Garáž je objekt, který je přilehlý k rodinnému domu ze severní strany, nad garáží je šikmá pultová střecha se sklonem na sever. Šikmá pultová střecha je navržena z estetických důvodů. Výška rodinného domu činí 7,5m. Objekt výrazně nepřevyšuje okolní budovy. Objekt ničím nezastiňuje okolní zástavbu ani pozemky.

Koncepce dispozice budovy vyplývá ze snahy rozdělit pracovní a klidovou zónu a akusticky oddělit jednotlivé pokoje, aby nebyl narušován klid. Hlavním motivem uspořádání dispozice je umístění obytných místností na jižní stranu, aby bylo zajištěno maximální

proslunění denním světlem, se snahou o minimalizaci zbytečných prostorů a zachování dostatku úložného prostoru pro vybavení členů rodiny.

Dům je navržen pro 4-5 člennou rodinu. Do domu se vstupuje z východní strany. Do vstupního prostoru – zádveří - je také možné vstoupit z garáže. Zádveří je prostorné z důvodu pohodlného přijímání návštěv. V 1.NP se nachází kuchyně, jídelna, obývací pokoj, tělocvična, WC a komora. Všechny tyto prostory jsou zpřístupněny z hlavní komunikace – chodby. Obývací pokoj, kuchyně a jídelna jsou umístěny na jižní straně objektu. Jídelna, kuchyně, obývací pokoj nejsou odděleny od chodby dveřmi, ale vzájemným uspořádáním a uspořádáním uvažovaného nábytku není narušena klidová a pracovní zóna. V 1.NP jsou navržena velká francouzská okna, která mají zajistit kontakt a propojení s navazujícím venkovním prostorem. Menší okno v jídelně je navrženo z důvodu osvětlení místnosti ranním jihovýchodním sluncem. Při návrhu okenních otvorů je kladen důraz na možnost příčného provětrání. V místnostech 1.NP je možnost přirozeného odvětrání místností přes okenní otvory.

Vertikální komunikace je zajištěna železobetonovým schodištěm ve tvaru U. Sestup schodištěm z 2.NP do 1. NP je koncipován tak, že se přichází z malého prostoru do prostoru velkého a rozlehlého, tato skutečnost má evokovat pocit velkého a prostorného obytného prostoru s přímou pohledovou osou do zahrady.

Ve 2.NP jsou všechny obytné pokoje navrženy na jižní straně objektu. Při návrhu rozměrů obytných místností byl kladen důraz na pohodlí. V obytných místnostech se nachází také velká okna. Okna jsou navržena účelně z důvodu proslunění místností slunečním světlem. Místnosti sloužící jako úložný prostor, koupelny a WC jsou navrženy na severní straně objektu. Ve všech těchto místnostech jsou navrženy okenní otvory z důvodu přirozeného denního osvětlení a z důvodu možnosti přímého provětrání těchto prostorů.

U oken na jižní straně jsou překlady k umístění exteriérových žaluzií. Žaluzie mají hlavně sloužit k omezení přehřívání prostorů interiéru s velkými okny v letních měsících.

### 2.2.3 Technické řešení

Zakládání se provádí v první geotechnické kategorii, která byla určena inženýrskogeologickým průzkumem. Založení objektu bude provedeno na základových pásech.

Konstrukční systém je navržen ze zdících prvků POROTHERM. Obvodové stěny budou z PROTOTHERM 44 EKO+ na zdící pěnu Dryfix. Vnitřní konstrukce budou z cihelných bloků POROTHERM.

Stropní konstrukce je tvořena keramobetonovým stropem POROTHERM, tvořený nosníky a vložkami MIAKO.

Vertikální komunikace je řešena železobetonovým schodištěm.

Navržená střecha je šikmá pultová. Střecha nad obytnou částí je řešena jako dvouplášťová s větranou vzduchovou mezerou, nosnou konstrukci tvoří vazníky. Střecha nad garáží je řešena jako jednoplášťová. Nosnou konstrukci tvoří trámy.

Vnější plochy při vstupu do objektu tvoří zámková dlažba, zde je navrženo místo pro stání jednoho automobilu. Betonové zpevněné plochy za oplocením budou sloužit k příležitostnému stání dalších automobilů.

#### **2.2.4 Napojení na stavby dopravní a technické infrastruktury**

Elektrická energie bude napojena z elektrické sítě. Na hranici pozemku bude skříň s elektroměrem.

Plynová přípojka nebude provedena.

Dešťová kanalizace bude napojena do vsakovací nádrže.

Splašková kanalizace bude napojena na domovní čistírnu odpadních vod, a ta bude napojena do vsakovací nádrže.

Napojení na dopravní infrastrukturu bude zprostředkováno pomocí stávající betonové komunikace na pozemku, která je napojena na veřejné komunikace obce.

#### **2.2.5 Vliv na životní prostředí a řešení jeho ochrany**

Objekt bude vytápěn pomocí tepelného čerpadla země-voda. Dešťové vody budou odvedeny do vsakovací nádrže a splašková kanalizace bude napojena na domovní čistírnu odpadních vod. Škodlivý dopad na životní prostředí nebude žádný. Odpad vzniklý při

výstavbě bude odvezen a na nejbližší skládku. Při stavbě nebudou žádné nároky na zábor lesního půdního fondu. Stavební parcela byla vyňata z půdního zemědělského fondu.

### **2.2.6 Řešení bezbariérového užívání**

Tento projekt neřeší bezbariérové užívání.

### **2.2.7 Průzkumy a měření**

Před začátkem projektování byly provedeny průzkumy in-situ. Během zpracování projektu byla provedena fotodokumentace. Stavební parcela byla v minulosti již vyměřena.

### **2.2.8 Geodetické podklady**

Jako podklad sloužila katastrální mapa v měřítku 1:2880. Byl použit výškový systém Bpv<sup>1</sup>.

### **2.2.9 Členění na jednotlivé stavební a inženýrské objekty**

- SO1 Objekt rodinného domu
- SO2 Zpevněné plochy (není řešeno v bakalářské práci)
- SO3 Přípojka nízkého napětí (není řešeno v bakalářské práci)
- SO4 Vodovodní přípojka (není řešeno v bakalářské práci)

### **2.2.10 Požární bezpečnost**

Vertikální nosné konstrukce:

POROTHERM 440 Eko+ mají požární odolnost REI 180 DP1 a třídu reakce na oheň A1

---

<sup>1</sup> Bpv –výškový systém Balt po vyrovnání



POROTHERM 240 P+D mají požární odolnost REI 180 DP1 a třídu reakce na oheň A1

Strop nad 2.NP není řešen jako protipožární.

Objekt je řešen jako jeden požární úsek.

#### **2.2.11 Mechanická odolnost a stabilita**

Statický výpočet není předmětem bakalářské práce.

#### **2.2.12 Ochrana zdraví a bezpečnosti pracovníků**

Bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků je největší prioritou. Technologické postupy prací budou vypracovány s ohledem na bezpečnost pracovníků. BOZP<sup>2</sup> bude řízena vyhláškou č. 324/1990 – *o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích*, ve znění pozdějších předpisů. BOZP bude vypracována zhotovitelem stavby.

#### **2.2.13 Ochrana proti hluku**

Jelikož se objekt nenachází na rušném místě, na zvukové neprůzvučnosti konstrukcí nejsou kladeny žádné zvýšené požadavky.

#### **2.2.14 Úspora energie a ochrana tepla**

Budova je navrhována jako budova splňující doporučené požadavky normy ČSN 73 0540 [2]. Stanovení energetické potřeby je uvedeno v přílozeč.4 – *Výpočet – Energie 2010*.

---

<sup>2</sup> BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

### **2.2.15 Řešení přístupu a užívání stavby osobami s omezenou schopností pohybu a orientace**

Řešení objektu není bezbariérové.

### **2.2.16 Ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí**

Stavba není ani v záplavovém území, ani v území ohroženém sesuvy půd. V místě okolo stavby nejsou žádné škodlivé vlivy ohrožující stavbu.

### **2.2.17 Ochrana obyvatelstva**

Ochrana obyvatelstva není nutná.

### **2.2.18 Inženýrské objekty**

Odvod splaškových vod je zajištěn pomocí domácí čistírny odpadních vod a následné vsakovací nádrže. Zneškodnění dešťových vod je zajištěno pomocí vsakování. Zásobování vodou je napojeno z veřejného vodovodu. Bude zhotovena přípojka nízkého napětí. Pozemek bude napojen na veřejnou komunikaci.

## **2.3 Technická zpráva**

### **2.3.1 Příprava místa stavby**

Před zahájením výkopových prací bude v místě budoucího objektu odstraněna ornice. Tato ornice bude deponována na pozemku. Po dokončení stavby bude použita k úpravám terénu kolem objektu. Výkopy základů se uvažují jako pažené. Přebytečná zemina bude deponována na pozemku a předpokládá se její využití při dokončovacích pracích a terénních úprav zahrady. Přebytečná zemina po dokončení stavby bude odvezena na skládku.

### **2.3.2 Základové konstrukce**

Do základů objektu nezasahuje hladina podzemní vody. Podmínky pro zakládání jsou jednoduché. Jedná se o zakládání stavby v 1. geotechnické kategorii. Pod základem bude zhotoven zhutněný štěrkopískový podsyp tl. 150 mm. Základové pásy objektu budou tvořeny betonem C16/20 do bednění. Základová spára je v hloubce -1,400m (vztaženo k  $\pm 0,000$ ). Základová deska objektu bude tvořena betonem C16/20 a armována svařovanou ocelovou sítí 6/100 x 6/100 mm. Důležité je umístění prostupů a chrániček pro TZB do základů podle výkresové dokumentace. Před začátkem betonáže je nutné umístit armování prostupů do bednění, do základu také budou umístěny zemní pásky FeZn, které budou připojeny na svody hromosvodů. Obvodové základové pásy budou izolovány tl. 60mm EPS Perimetr. Po provedení hydroizolace v místě příček a obvodových konstrukcí budou příčky a obvodové konstrukce založeny přímo na základové desce.

### **2.3.3 Hydroizolace spodní stavby**

Hydroizolace spodní stavby bude proti zemní vlhkosti. Na základové desce bude přitavena izolace SKLOELAST. Tato izolace bude poté vyvedena po obvodových stěnách 300 mm nad terén.

### 2.3.4 Řešení svislých konstrukcí

Svislé konstrukce jsou navrženy ze systému POROTHERM. Obvodové konstrukce jsou navrženy z POROTHERM 440 EKO+ Profi na zdící pěnu POROTHERM Dryfix ( $U=0,22 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ). Tyto broušené cihly splňují požadavky normy ČSN 73 0540-2 [2] na součinitel prostupu tepla  $U$ . Vnitřní nosné stěny jsou navrženy z POROTHERM 24 P+D na maltu vápenocementovou. Vnitřní příčky jsou navrženy z POROTHERM 14 P+D na maltu vápenocementovou. Mezipokojové příčky jsou navrženy z POROTHERM 17,5 P+D na vápenocementovou maltu. Ostění, nadpraží a parapety výplní otvorů budou zatepleny pomocí EPS tl. 40mm.

Skladba obvodové stěny ( $U=0,22 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , skladba z exteriéru – do interiéru):

- Porotherm Universal tl. 5mm
- Porotherm TO tl. 30mm
- Porotherm 440 EKO + Profi na Porotherm Dryfix
- Porotherm Universal tl. 15mm

### 2.3.5 Řešení stropních konstrukcí

Stropy jsou navrženy ze systému POROTHERM Miako 19/62,5 a Miako 19/50. Proveďte se položení stropů podle výkresové dokumentace, armování pozedních věnců a sprážení pozedních věnců se stropními nosníky. Po obvodě se vyzdí věncovky POROTHERM VT8. Mezi věncem a věncovkami VT8 bude vložena izolace EPS tl. 120mm. Před závěrečným zmonolitněním musí být provedeno bednění dobetonávek a prostupů. V závěrečné fázi bude provedeno zmonolitnění betonem C16/20. Pod stropní konstrukci musí být provedeno provizorní podepření do doby, než strop nabude potřebné únosnosti.

### 2.3.6 Střecha

Objekt je zastřešen dvěma typy střech. Střecha obytné části budovy je řešena jako dvouplášťová, šikmá pultová o sklonu 14% s větranou vzduchovou mezerou. Nosná konstrukce střechy je tvořena vazníky upevněny pomocí úhelníku do pozedního věnce. Vzduchová mezera je posouzena v programu MEZERA 2010 a je vyhovující. Prostupy pro

odvětrání o rozměrech šířky 0,6m a výšky 0,18m budou opatřeny mřížkou proti vodě, průniku hmyzu a drobných savců. Tyto prostupy jsou od sebe osově vzdáleny 1000mm. Plechová střešní krytina je přichycena pomocí příponků. Štítové strany střechy budou oplechovány štítovou hranou, která má chránit krytinu proti odtržení. Pod horním pláštěm střechy v místě štítů bude nadezdívka, která bude zaizolována EPS tl. 80mm. Na střeše bude také umístěna hromosvodná soustava (není součástí bakalářské práce). Na střeše bude také vyústěna větrací hlavice vnitřní kanalizace HTHL 810. Na střeše bude umístěna konstrukce pro umístění satelitního a anténního systému. Tato konstrukce bude připojena a uzemněna pomocí hromosvodné soustavy. Střecha bude přístupná pomocí nerezového žebříku připevněného ze severní strany objektu. Dešťová voda bude svedena do okapního žlabu na jižní straně objektu.

#### **Vnější plášť:**

- Lindab – falcovaná krytina PLX
- Lepenka A400H – nepískovaná
- Záklop s OSB desek tl. 32mm

#### **Vnitřní plášť:**

- Pojistná hydroizolace ISOVER Tyvek Soft Antireflex
- Foukaná izolace TEMPLAN 100mm nad konstrukci vazníku a 150mm mezi konstrukci vazníku
- Parotěsná fólie JUTAFOL N
- Záklop s OSB desek tl 32mm zespod vazníku
- Zavěšený SDK podhled

Střecha garáže je jednoplášťová. Střecha je řešena jako šikmá pultová střecha o sklonu 17%. Nosnou konstrukci tvoří trámy. Trámy v místě pozedního věnce jsou připevněny k pozednici. Pozednice bude přichycena L úhelníky. Trámy v místě u objektu budou připevněny k trámu, který probíhá podél obvodové stěny objektu. Štítové strany střechy budou opatřeny štítovou hranou, která bude sloužit jako ochrana proti odtržení střešní krytiny větrem. Dešťová voda bude svedena do okapního žlabu na severní straně objektu.

#### **Skladba jednoplášťové střechy garáže**

- Lindab – falcovaná krytina PLX
- Lepenka A400H – nepískovaná
- Záklop s OSB desek tl. 32mm

- ROCKWOOL AIRROCK LD tl. 150mm mezi krokve
- Parotěsná fólie JUTAFOL N
- SDK podhled

### **2.3.7 Vertikální komunikace**

Vertikální komunikace – schodiště je řešeno jako železobetonové deskové. Kolem schodišťového prostoru jsou nosné stěny k vetknutí železobetonového schodiště podle statického výpočtu. Statický výpočet není součástí bakalářské práce.

### **2.3.8 Komíny**

Komíny nejsou navrženy z důvodu absence jakýchkoliv zařízení potřebující odkouření.

### **2.3.9 Překlady**

Překlady výplní otvorů jsou navrženy dva typy. Překlady POROTHERM s izolačním dílem VARIO Z pro exteriérové žaluzie a překlady POROTHERM 7. Překlady v příčkách jsou také tvořeny překlady PROTHERM 7. U překladů POROTHERM 7 v obvodových stěnách bude umístěna tepelná izolace směrem k exteriéru. V ložnici 2.NP je proveden železobetonový průvlak. Umístění jednotlivých typů překladů je uvedeno ve výkresové dokumentaci stavební části.

### **2.3.10 Podhledy**

V 1.NP nejsou navrženy žádné podhledy. Ve 2.NP je navržen zavěšený SDK podhled. Podhled je zavěšen 100mm pod konstrukci vazníku k ochraně parotěsné fólie před poškozením.

### 2.3.11 Podlahy

V 1.NP je železobetonová deska vyztužena ocelovou svařovanou sítí 6/100 x 6/100 mm, uložena na zhutněném štěrkopískovém podsypu tl. 100mm. Na železobetonové desce je umístěna hydroizolace proti zemní vlhkosti SKLOELAST. Na hydroizolaci je položena izolační deska ISOVER EPS Grey. Na tepelné izolaci je umístěna systémová deska VARIONOVA 30-2 pro podlahové vytápění. Systém podlahového vytápění je zalit anhydritovou směsí tl. 50mm. V celém 1.NP ve všech vytápěných místnostech je provedeno podlahové vytápění. Detaily skladeb podlah jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci č. T1 – Vytápění 1.NP.

V 2.NP ve všech vytápěných místnostech je provedeno podlahové vytápění. Na keramobetonový strop bude umístěna systémová deska VARIONOVA 30-2 pro podlahové vytápění. Systémová deska bude zalita samonivelační anhydritovou směsí. V místnostech bez podlahového vytápění bude na keramobetonovém stropu uložena izolační deska a zalita samonivelační anhydritovou směsí.

Zalítí anhydritovou směsí v 1.NP a 2.NP bude možné až po položení všech TZB instalací zasahujících do konstrukce podlahy a po provedení tlakových zkoušek, dilatačních a provozních zkoušek.

Povrchové úpravy podlah jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci stavební části, tyto povrchové úpravy a barevné řešení budou během provádění stavby ještě upřesněny.

### 2.3.12 Obklady

Obklady budou provedeny podle výkresové dokumentace v místnostech hygienické potřeby a kuchyně. Povrchové úpravy jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci stavební části, tyto povrchové úpravy a barevné řešení budou během provádění stavby ještě upřesněny.

### 2.3.13 Výplně otvorů

Výplně otvorů jsou tvořeny okny GENEIO od výrobce REHAU se součinitelem prostupu tepla ( $U_w=0,73\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ), tyto okna splňují požadavky normy ČSN 73 0540-2 [2] na součinitel prostupu tepla. Rozměry oken jsou voleny tak aby byly splněny požadavky

normy na denní osvětlení [10] a okna obytných místností jsou voleny způsobem, aby byly splněny požadavky normy na denní proslunění [1]. Okna jsou tvořena izolačním trojsklem a mají 6-ti komorový systém. Okna obytných místností budou opatřeny exteriérovými žaluziemi, které budou chránit interiér proti nadměrnému přehřívání v letních měsících. Stínění v místnostech neobytného charakteru bude řešeno horizontálními vnitřními žaluziemi. Přesné určení typu žaluzií podle překladů ve výkresové dokumentaci. Kování oken bude kovové.

Venkovní dveře (vstupní a dveře z garáže do zahrady) jsou z třívrstvého masivního dřeva smrku ( $U_w=1,1\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ). Exteriérové dveře vyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540-2 na součinitel prostupu tepla [2]. Kování dveří bude kovové, bezpečnostní rozvora zamyká dveře v 5-ti bodech najednou.

Vnitřní dveře budou dřevěné s obložkovými dřevěnými zárubněmi a s dřevěným prahem. Velikosti a směr otevírání je určen označením ve výkresové dokumentaci.

#### **2.3.14 Truhlářské, zámečnické a ostatní doplňkové výrobky**

Jsou uvedeny ve výpisech výrobků (není součástí bakalářské práce).

#### **2.3.15 Klempířské výrobky**

Jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci.

#### **2.3.16 Tepelně-technické vlastnosti konstrukce**

Jednotlivé dílčí konstrukce dělicí vytápěný prostor s exteriérem splňují požadavky normy ČSN 73 0540-2 [2].

Průměrný součinitel prostupu tepla je stanoven na  $U_{em}=0,30\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ . Maximální průměrný součinitel prostupu tepla je  $U_{em,N}=0,50\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ . Požadavek  $U_{em}<U_{em,N}$  je splněn.



**2.3.17 Akustické a tepelné izolace, hydroizolace střechy**

EPS Perimetr – izolace základů

Foukaná izolace TEMPLAN – izolace střechy

ROCKWOOL AIRROCK LD – izolace střechy garáže

EPS 100 S – izolace v překladech, pozední věnec

ISOVER RIGIFLOR – izolace podlahy 1.NP, izolace podlahy 2.NP nevytápěných  
místností

Lepenka A400H – nepískovaná – pojistná hydroizolace a separační vrstva střech

ISOVER Tyvek Soft Antireflex – pojistná hydroizolace střechy obytné části

JUTAFOL N – parozábrana – střechy

## 3 VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

### 3.1 Technická zpráva vytápění

#### 3.1.1 Úvod

Projekt řeší vytápění zděného dvoupatrového nepodsklepeného rodinného domu. Jedná se o vytápění tepelným čerpadlem s teplotou náběhové topné vody 40°C. Objekt je vytápěn podlahovým vytápěním a kapilárními rohožemi.

#### 3.1.2 Podklady pro projekt

Podkladem je výkresová dokumentace stavební části a technické listy výrobců jednotlivých komponentů.

#### 3.1.3 Klimatické podmínky místa stavby

Objekt je umístěn v klimatické oblasti Nový Jičín. Navrhovaná venkovní výpočtová minimální teplota je -15°C, průměrná teplota v otopném období je 3,8°C a délka otopného období 242 dnů. Navrhovaná průměrná vnitřní teplota je 20°C. Objekt je vytápěn nepřerušovaně. Vnější teplota, při které se zahajuje vytápění je stanovena na 13°C. Budova bude postavena v zastavěném území a není ze severní strany chráněna zástavbou. Jedná se o lokalitu s intenzivním výskytem větrů.

#### 3.1.4 Tepelně technické vlastnosti objektu

Výpočty uvedeny v příloze č.1 – *Tepelně technické posouzení konstrukcí*. Následující tabulka uvádí srovnání vlastností ochlazovaných konstrukcí s normovými [2] hodnotami. Průměrný součinitel prostupu tepla byl vypočten  $U_{em}=0,30\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Ochlazovaná konstrukce	Součinitel prostupu tepla			Požadavek normy 73 0540-2
	Vypočítaný $U[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	Normový $U_{N,20}[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$		$U < U_N$
		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	
Strop pod vazníkem	0,16	0,24	0,16	Je splněn
Obvodová stěna	0,22	0,38	0,25	Je splněn
Podlaha na terénu	0,29	0,38	0,25	Je splněn
Okna Geneo	0,73	1,7	1,2	Je splněn
Dveře do exteriéru	1,10	1,7	1,2	Je splněn

Tabulka 1 : Tepelně technické vlastnosti ochlazovaných konstrukcí a porovnání s normovými hodnotami.

### 3.1.5 Přehled tepelných ztrát objektu

Tepelná ztráta prostupem konstrukcí  $F_{i,T} = 4,183 \text{ kW}$

Tepelná ztráta větráním  $F_{i,v} = 3,849 \text{ kW}$

Tepelná ztráta celkem  $F_{i,HL} = 8,033 \text{ kW}$

Výpis tepelných ztrát po místnostech uveden v příloze č.2 – *Výpis tepelných ztrát po místnostech - ZTRÁTY 2010.*

### 3.1.6 Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody je zásobníkový. Zásobník je vestavěn ve zdroji tepla – tepelném čerpadle.

### 3.1.7 Stanovení celkové potřeby tepla na vytápění a ohřev TUV

Potřeba tepla na vytápění byla stanovena 47,8 GJ – viz příloha č.4 – *Výpočet – ENERGIE 2010.* Potřeba teplé vody byla stanovena pro čtyři osoby 29,2 GJ.

### 3.1.8 Typ zdroje tepla

K vytápění objektu je navrženo tepelné čerpadlo NIBE F1245PC-6. Jedná se o tepelné čerpadlo země-voda s výkonem 6,4kW s integrovaným zásobníkem pro ohřev TUV. Vnitřní jednotka je napojena do elektrické sítě třífázově a je situována do místnosti 1.07. Tepelné čerpadlo [2] je napojeno na zemní vrt. Potrubí chladiva k vrtu, který se nachází severně od objektu, je vedeno základovou deskou a základovým pásem. Topný okruh je napojen na taktovací nádrž, která je umístěna taktéž v místnosti 1.07. Při nedostatku výkonu tepelného čerpadla je možnost zapojení bivalence, která je instalována v tepelném čerpadle.

### 3.1.9 Otopný systém

Jedná se o dvoutrubkovou protiproudou soustavu s nuceným oběhem vody. Teplota náběhové vody je zvolena 40°C. Maximální provozní přetlak 2,5bary. Celková tlaková ztráta systému je 6,36 kPa při hmotnostním průtoku 786 kg/h. Řešení otopné soustavy nepotřebuje žádné speciální stavební úpravy řešeného objektu a bude zřízena přímo při výstavbě rodinného domu.

### 3.1.10 Oběhové čerpadlo

Zdroj tepla obsahuje oběhové čerpadlo.

Tepelné čerpadlo **vyhovuje** požadavkům systému a nemusí být instalováno další.

Posudek je uveden v příloze č. 9 –*Posouzení oběhového čerpadla*.

### 3.1.11 Pojistný ventil

Navržen pojistný ventil HONEYWELL SM120-1/2“. Návrh zpracován v příloze č.14 – *Výpočet pojistného ventilu*. Výpočet proveden podle [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) [7].

### 3.1.12 Potrubí

Pro rozvod topné vody z tepelného čerpadla k rozdělovačům je zvoleno měděné potrubí, lisované, bezešvé, spojováno pájením. V 1.NP je potrubí uloženo podél stěn, potrubí je izolováno. Stoupačka do 2.NP vede také podél stěny a je izolována. Potrubí k rozdělovači RZ-2 je vedeno v podlaze.

Pro rozvod topné vody z rozdělovačů ke kapilárním rohožím bylo zvoleno potrubí EKOPLASTIK PPR - S PN 20 jmenovité dimenze podle výkresové dokumentace.

Pro rozvod topné vody z rozdělovačů a tvorbu topných spirál podlahového vytápění bylo zvoleno potrubí RAUTHERM S dimenze podle výkresové dokumentace. Potrubí k topným spirálám je vedeno v podlaze po systémové desce VARIONOVA. Toto potrubí se nesvařuje a nespojuje!

Izolace potrubí bude provedena podle výkresové dokumentace.

### 3.1.13 Otopná tělesa

Jako otopná tělesa byla zvolena: podlahové vytápění systém REHAU VARIONOVA.

Jako doplňková otopná tělesa bylo zvoleno stěnové vytápění kapilárními rohožemi.

#### a) Kapilární rohože

Kapilární rohože jsem navrhl v místnosti 2.04 a 2.07. Navrženy jsou kapilární rohože K.S 15. Teplota topné vody systému je zachována. Teplotní spád rohoží je zvolen 40/30. Kapilární rohože jsou připojeny k otopnému systému pomocí plastových trubek EKOPLASTIK PPR - S PN 20, dimenze podle výkresové dokumentace. Toto potrubí je připojeno k rozdělovači RZ-2. Kapilární rohože budou uloženy na stěnách na pevném podkladu a zakryty omítkou vápennou tl. 20mm. Výpočet výkonu kapilárních rohoží je uveden v příloze č. 7 - *Výpočet výkonu – kapilární rohože*. V této příloze je také uveden výpočet tlakové ztráty kapilární rohože.

Přehled parametrů kapilárních rohoží				
Místnost	typ tělesa	Výkon[W]	Průtok [kg/h]	Objem tělesa [l]
2.04	K.S15 -4,6m <sup>2</sup>	333	28,64	1,2
2.07	K.S15 – 8,4 m <sup>2</sup>	606	52,11	2,3

Tabulka 2: kapilární rohože - přehled

## **b) Podlahové vytápění**

Ve všech vytápěných místnostech je navrženo podlahové vytápění REHAU VARIONOVA včetně příslušenství. Topné spirály jsou tvořeny potrubím RAUTHERM S 17x2. Topné spirály jsou kladeny do systémové desky VARIONOVA. Tento systém je zalitý samonivelačním anhydritem tl. 50mm. Potrubí vedeno přes dilatace musí být vedeno v chrániče. Topné spirály jsou vedeny ve formě bifilární spirály, která má zaručit rovnoměrnou teplotu podlahy po celé místnosti.

Výpočet podlahového vytápění je uveden v příloze č. 6 – *Výpočet podlahového vytápění – RAUCAD TechCON*.

### **3.1.14 Rozdělovače**

V 1.NP je navržen rozdělovač HKV – D7 a ve 2.NP rozdělovač HKV – D10. Nastavení průtoku se provede podle přílohy č. 10 – *Nastavení průtoku na rozdělovačích*.

### **3.1.15 Taktovací nádrž**

Do systému bude připojena taktovací nádrž NIBE UKV 200 o objemu 200l. Tato nádrž bude připojena přímo do systému na vratné potrubí topného systému.

### **3.1.16 Expanzní nádoba**

Expanzní nádoba byla zvolena o objemu 8l. Bude připojena k systému na náběhovém potrubí otopné soustavy. Před expanzní nádobou bude umístěn kulový kohout, který bude sloužit k uzavření při potřebné výměně expanzní nádoby. Kulový kohout bude před spuštěním systému otevřený a zajištěný plombou proti neodbornému uzavření. Výpočet expanzní nádoby viz příloha č. 11 - *Výpočet expanzní nádoby*.

### 3.1.17 Regulace topné soustavy

K regulaci tepelného čerpadla je použita ekvitermní regulace, která upravuje teplotu topné vody podle aktuální teploty v exteriéru.

### 3.1.18 Izolace potrubí

Potrubí vedeno podél stěn a mimo vytápěný prostor musí být izolováno. Typ izolace Rockwool Flexorock.

Typ potrubí	tl. Izolace (mm)
Cu 18x1,0	20
Cu 28x1,5	40
PPR 20x3,4	20
PPR 17x2	20

Tabulka 3: Tabulka izolací potrubí

### 3.1.19 Závěr

Před provedením zkoušek musí být provedeno propláchnutí systému. Před uvedením systému do provozu musí být provedeny zkoušky těsnosti a dilatační zkoušky a topná zkouška (podrobnosti budou uvedeny ve výsledcích zkoušek). Zařízení může uvedeno do provozu až po vykonání všech zkoušek. Všechny výrobky musí mít platný certifikát o shodě, totéž platí i pro použité materiály. Je nutné řídit se pokyny, požadavky, technickými a technologickými předpisy jednotlivých výrobců. Také je nutné řídit se platnými normami. Práce mohou provádět pouze kvalifikovaní pracovníky a firmami, které se mohou prokázat příslušnou kvalifikací, osvědčením o proškolení pracovníků. Musí být dodrženy plány bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

### 3.2 Kapilární rohože

Kapilární rohože jsou tvořeny kapilárami spojenými do rohoží. Rohože bývají většinou umístěny do stropních konstrukcí, ale mohou být také využity jako stěnové vytápění nebo jako podlahové vytápění. Rohože jsou vhodné jak pro rekonstrukce, tak i pro novostavby. Kapilární rohože se umísťují např. do vrstvy omítky. Díky své tenké konstrukci jsou vhodné do jakéhokoliv interiéru, protože nezabírají téměř žádné místo. Konstrukce i s omítkou je do tloušťky 10 mm.

Kapilární rohože patří stejně jako podlahové vytápění k sálavým zdrojům tepla. Jedná se o nízkoteplotní velkoplošné vytápění. Rohože při zahřátí předají teplo okolním předmětům a konstrukcím a ty potom ohřívají celý prostor. Při zdroji tepla, které vytápí prostor sáláním, nedochází k velkému proudění vzduchu a tím nedochází ke zvýšenému víření prachu. Takto vytápěné prostory jsou vhodné např.: pro alergiky. Díky velké otopné ploše, která nemá vysokou povrchovou teplotu, nedochází k přehřívání určitého prostoru místnosti. Teplota místnosti je rovnoměrná.

Díky systému velkoplošného vytápění lze použít nízké teploty topné vody. Díky tomu je vhodné kapilární rohože použít v kombinaci s nízkoteplotními zdroji tepla jako je kondenzační kotel nebo tepelné čerpadlo. Při použití nízké teploty topné vody dosahují tepelné zdroje větší účinnosti.

Kapilární rohože se mohou použít také k chlazení místností. Pro toto použití je vhodnější umístění rohoží ve stropní konstrukci. Při použití vhodného tepelného čerpadla, které je určeno i pro chlazení, lze použít jednu instalaci rohoží – v zimě vytápění, v létě chlazení.

Při prasklině kapilární rohože jsou škody omezeny. Obsah kapilární rohože je 0,46l na běžný čtvereční metr. Kapilární rohože se vyprazdňuje, dokud nedojde k vyrovnání tlaku v systému a atmosférického tlaku.

#### **Výhody použití kapilárních rohoží**

- Chlazení a vytápění v jedné konstrukci
- Nenáročnost na prostor
- Velký komfort tepelné pohody

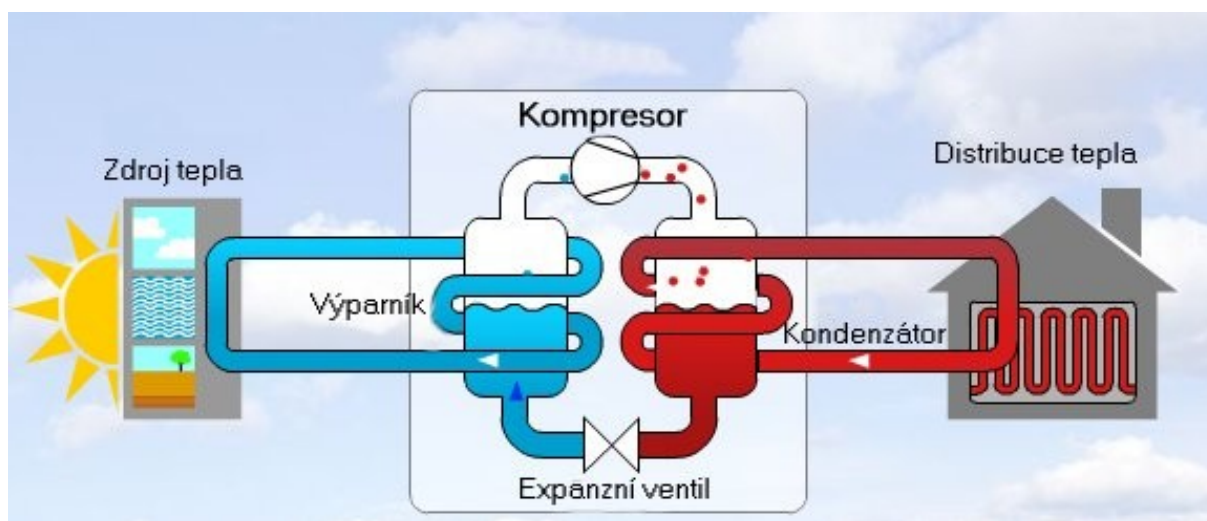


Obrázek 1: kapilární rohože

**Nevýhody kapilárních rohoží:** Na žádné nevýhody kapilárních rohoží jsem nenarazil.



### 3.3 Tepelná čerpadla



Obrázek 2: Schematický náčrt tepelného čerpadla

#### 3.3.1 Tepelné čerpadla obecně

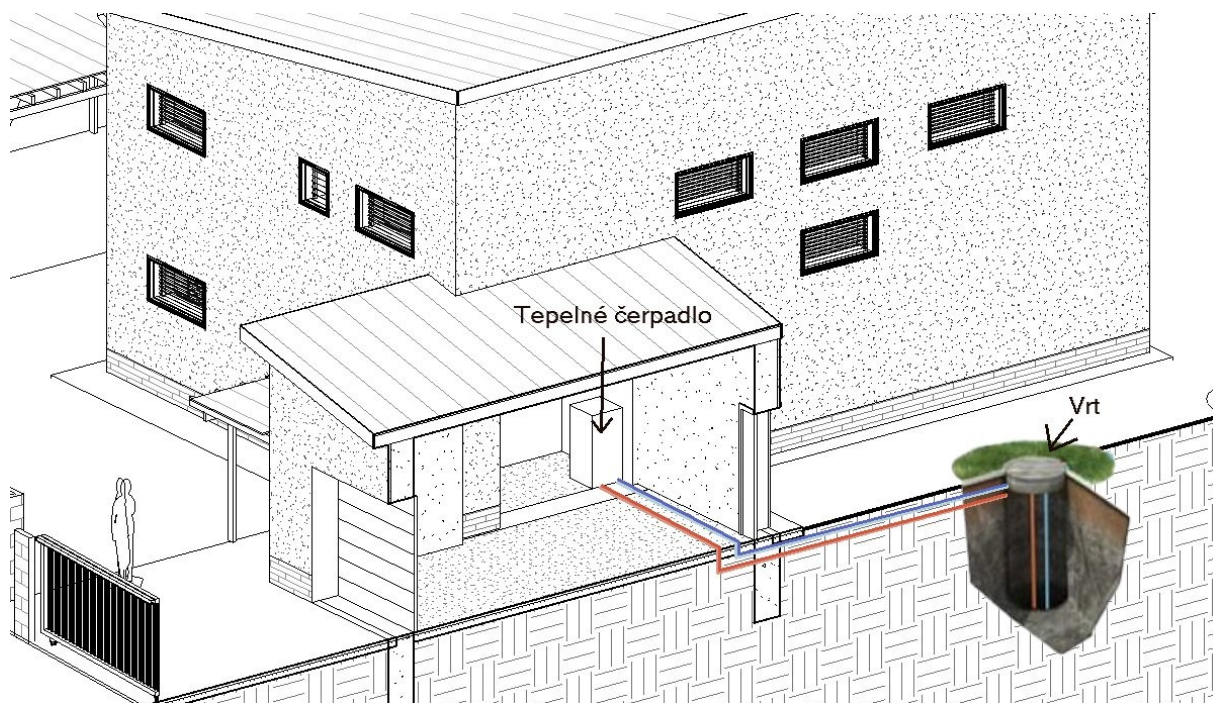
Tepelné čerpadlo můžeme zařadit mezi alternativní zdroje energie. Tepelné čerpadlo teplo nevyrábí, pouze ho odčerpá z okolního prostředí (vzduch, voda, země), převede ho pomocí kompresoru na vyšší teplotní hladinu a předá např. do systému pro vytápění.

#### 3.3.2 Výhody tepelných čerpadel

- Dodá více energie (ve formě tepla), než samotné spotřebuje (formou vykonané práce)
- Nízký a levnější tarif pro spotřebu ostatní elektrické energie – osvětlení, vaření, elektronika
- Nízký tarif trvá 22 hodin
- Nízká energetická náročnost - snížení emise CO<sub>2</sub>
- Možnost kombinace zapojení s chlazením objektu v letním období

### 3.3.3 Tepelné čerpadlo země/voda

Odebírání tepla přímo ze země je nejefektivnější díky poměrně stále teplotě pod povrchem. Tyto typy tepelných čerpadel dosahují nejlepších topných faktorů. Teplo ze země lze odebírat dvěma způsoby – pomocí plošných zemních kolektorů nebo pomocí geotermálních vrtů. Uzavřený systém výměníku na primární straně zaručuje ochranu před zanesením potrubí a zamrznutím. Pro pohyb kapaliny musí být instalováno oběhové čerpadlo na primární straně výměníku. Zabudované oběhové čerpadlo sníží výsledný topný faktor, ale podzemní zdroj tepla je velice stabilní, proto celkový topný faktor systému je vysoký a stabilní. Správný návrh a provedení je také důležité, neboť jakékoliv následné opravy jsou velice finančně nákladné. Důležité je použití kvalitního potrubí s minimem spojů ve vrtu.



Obrázek 3 : Tepelné čerpadlo země/voda s geotermálním vrtem

### 3.3.4 Volba tepelného čerpadla

Jelikož se lokalita umístění stavby nachází v podhorské oblasti a ve větší nadmořské výšce, rozhodl jsem se zvolit tepelné čerpadlo se zdrojem nízkopotencionálního zdroje tepla, které by nebylo ovlivněno nízkou teplotou vzduchu v zimním období. Nejlepší volbou bylo tepelné čerpadlo země/voda. Tepelné čerpadlo voda/voda kvůli nedostatku podzemní vody a nepřítomnosti žádného zdroje vody v blízkosti stavby nepřipadá v úvahu.

Zvolené tepelné čerpadlo NIBE F1245 je tepelné čerpadlo země/voda. Má vysoký topný faktor (0/35°C) 4,95. Je to tepelné čerpadlo obsahující vestavěný zásobník k ohřevu teplé vody. Tepelné čerpadlo má v sobě také nainstalováno bivalentní těleso o výkonu 3x3kW.

### **3.3.5 Připojení tepelného čerpadla k topnému okruhu**

Při použití regulačních armatur (např.: termostatické hlavice) se může stát, při uzavření armatur, že průtok média nebude dostatečný k ochlazení chladivového okruhu na sekundární straně tepelného čerpadla. Při přehrátí se musí tepelné čerpadlo vypnout. Zde nastává problém s kompresorem. Jeho životnost při častém zapínání a vypínání klesá. Z tohoto důvodu je vhodné nainstalovat taktovací nádrž. Při nainstalování taktovací nádrže se zmenší počet startů tepelného čerpadla, jeho chod je pak plynulejší a to je pro životnost kompresoru lepší. Objem taktovací nádrže se volí tak, aby objem systému po uzavření termoregulačních armatur zůstal minimálně 20l na 1kW výkonu, ideálně až 50l na 1kW výkonu tepelného čerpadla. Taktovací nádrž je také nutné nainstalovat v případě, kdy množství vody v topném okruhu není dostatečné – tedy alespoň 15l na 1kW výkonu tepelného čerpadla.

## 4 ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTICE DO TEPELNÉHO ČERPADLA

Pro ekonomické zhodnocení efektivnosti investice do tepelného čerpadla jsem si vybral srovnání s elektrokotlem a kondenzačním plynovým kotlem. Elektrokotel jsem zvolil, protože se jedná o zdroj tepla, který pro svůj pohon používá elektrickou energii stejně jako tepelné čerpadlo. Kondenzační kotel jsem zvolil jako alternativu k tepelnému čerpadlu, s jiným zdrojem energie pro svou činnost. Další důvod volby kondenzačního kotle je to, že se jedná o zdroj tepla, který stejně jako tepelné čerpadlo funguje hlavně s nízkou teplotou topné vody.

### a) Elektrokotel

Elektrokotel je nejlevnější varianta tepelného zdroje. Pro srovnání jsem zvolil elektrokotel PROTHERM RAY 12k se 60l zásobníkem. Nemusí být provedeny žádné speciální stavební úpravy v kotelně, ani žádné další náklady do vybavení kotelny.

#### Náklady vstupující do výpočtu

Elektrokotel se zásobníkem 22 000 Kč

### b) Kondenzační kotel

K možnosti provozu kondenzačního kotle v objektu je nutné vybudování plynové přípojky. Navíc je třeba postavení komínu k odvodu spalin a zařízení pro nutnou výměnu vzduchu v místnosti, kde je umístěn kondenzační kotel. Zvolený kondenzační kotel PROTHERM TigerCondess s vestavěným 41l zásobníkem.

#### Náklady vstupující do výpočtu

Kondenzační kotel	54900 Kč
Plynová přípojka	15 800 Kč [9]
Zařízení kotelny (v ceně započten komín)	40 000 Kč

### c) Tepelné čerpadlo země-voda

Tepelné čerpadlo a vstupní cenové údaje jsem zvolil podle tohoto projektu. Zvoleno tepelné čerpadlo NIBE F1245 s geotermálním vrtem. Předpokládaná hloubka vrtu je 100m, cena vrtu 1000 Kč/m.

**Náklady vstupující do výpočtu**

Tepelné čerpadlo	180 000 Kč
Vrt a zařízení kotelny	120 000 Kč
Taktovací nádrž	19 500 Kč

Množství vypočtené energie pro ohřev teplé vody a pro vytápění je vztažen k tomuto projektu. Výpočet potřeby tepla na vytápění je uveden v příloze č.4 *Výpočet – ENERGIE 2010*. Do výpočtu ročních nákladů energie jsem započtl i potřebu elektrické energie. Potřeba elektrické energie je vztažena pro čtyřčlennou domácnost, která elektrickou energii používá k osvětlení a napájení elektrických spotřebičů. Vložení této potřeby elektrické energie je pro ekonomické zhodnocení tepelného čerpadla důležité, protože nižší sazba za elektrickou energii se promítne do celkových ročních nákladů za energie. Výpočet ceny za vytápění a elektrickou energii bylo provedeno na webových stránkách [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) [11].

Pro tepelné čerpadlo byl zvolen tarif D56. Pro Elektrický kotel byl zvolen tarif D26. Pro Zemní plyn byl zvolen tarif za elektrickou energii D02 a pro odběr plynu dodavatel RWE Energie, a.s.

typ energie		množství	jednotka
potřeba tepla	ohřev vody	29,2	GJ
	vytápění	47,8	GJ
	celkem	77,0	GJ
potřeba elektrické energie	osvětlení	2000	kWh
	ostatní energie	2600	kWh
	celkem	4600	kWh

**Tabulka 4: Přehled potřeb energií**

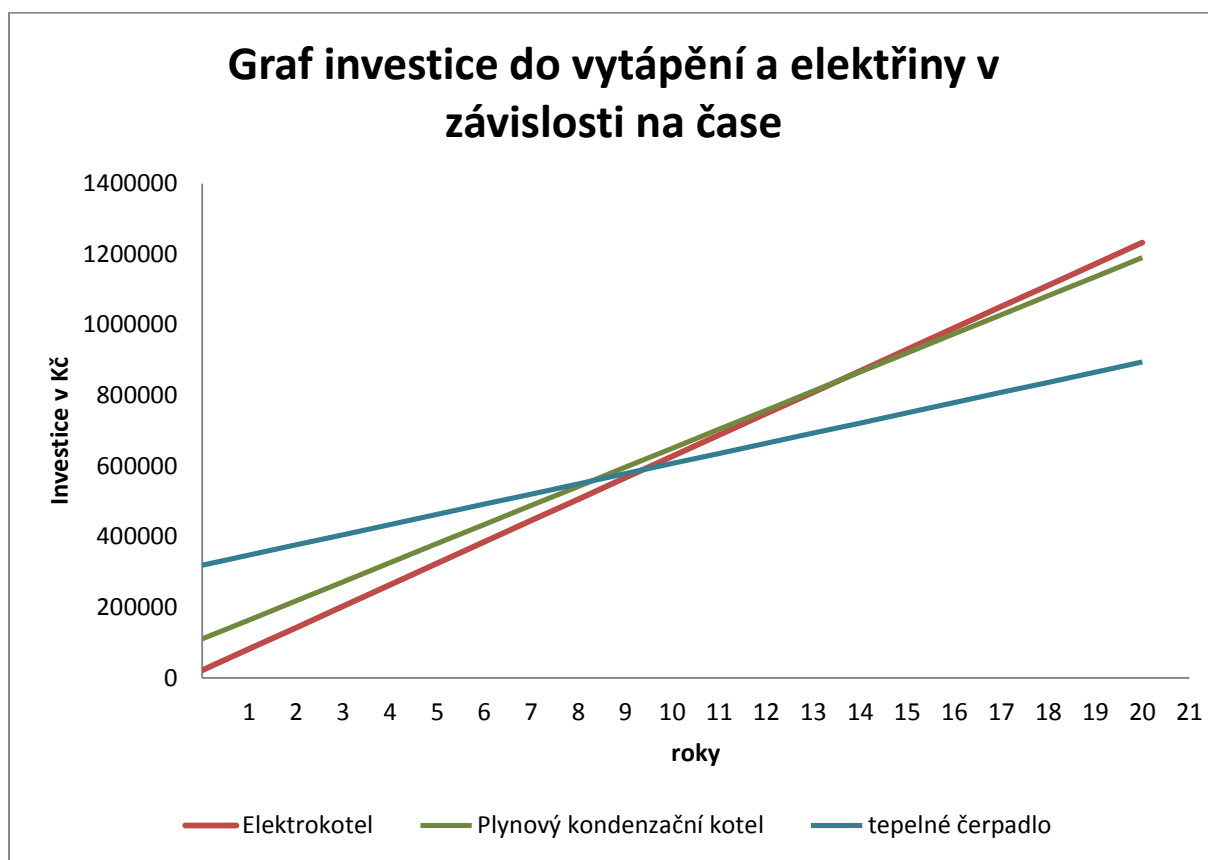
Další tabulka uvádí údaje o cenách prvotních investic a jsou zde také uvedeny náklady na energie za rok. Z této tabulky je vidět velká prvotní investice do tepelného čerpadla, ale také velice nízké náklady na vytápění a elektrickou energii.

Typ zdroje tepla	druh paliva	účinnost	náklady na energii pro vytápění Kč/rok	náklady za elektrickou energii Kč/rok	náklady celkové Kč/rok	náklady na zdroj v Kč	další investice Kč	celková prvotní investice
Elektrokotel	elektrická energie		43670	16882	60552	22000	0	22 000 Kč
kondenzační kotel	zemní plyn	102%	31179	22808	53987	54900	55800	110 700 Kč
Tepelné čerpadlo	elektrická energie	COP 3,8	13552	15218	28770	180000	139500	319 500 Kč

V další tabulce je uveden výpočet hrubé doby návratnosti v závislosti porovnání zdroje tepla s levnější variantou provedení zdroje tepla. Také je zde uvedena příslušná roční úspora nákladů. Tento výsledek slouží jen orientačně.

Výpočet hrubé doby návratnosti			
čeho	v porovnání s čím	dobá návratnosti	roční úspora v Kč
Tepelného čerpadla	elektrokotel	9,4	31 782 Kč
Tepelné čerpadlo	kondenzační kotel	8,3	25 217 Kč

Dále je uveden graf investic do vytápění v závislosti na čase. V tomto grafu je vidět vysoká prvotní investice do tepelného čerpadla, ale také velká úspora na nákladech za elektrickou energii k vytápění a pro potřeby domácnosti.



Obrázek 4: graf investice do zdrojů tepla

### Výsledek

Z výsledku vyplývá, že investice do tepelného čerpadla i přes jeho vysokou prvotní investiční cenu je velice výhodná. V této době se předpokládá zvýšení cen za energie. Při zvýšení cen za energie bude úspora tepelného čerpadla daleko větší a příznivější.

## 5 ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je návrh zděného dvoupatrového rodinného domu se šikmou pultovou střechou s podlahovým vytápěním a kapilárními rohožemi vytápěným pomocí tepelného čerpadla. Dům je zasazen do reálné stavební parcely. Tento typ vytápění jsem zvolil kvůli nízké topné vodě z tepelného čerpadla, pro kterou se velkoplošné vytápění jeví jako výhodné. Vytápění pomocí podlahového vytápění také přispívá hlavně k tepelné pohodě v objektu. Myslím si, že se mi podařilo dosáhnout mých stanovených cílů (návrh domu a jeho úsporné vytápění při zajištění dobré tepelné pohody).

Při řešení konstrukce rodinného domu jsem se setkal s mnoha problémy ohledně obvodové konstrukce jako např.: použití POROTHERMu 44 Eko+ ( $U=0,22 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ), nebo použití POROTHERMu 36,5 s kontaktním zateplovacím systémem 150mm polystyrenu ( $U=0,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ). Rozdíl ve výsledku tepelných ztrát činil pouze 200W, proto jsem se rozhodl pro systém bez kontaktního zateplení.

Dalším problémem bylo řešení dvouplášťové střechy s větranou vzduchovou mezerou. Zde jsem musel použít program SCIA Engineer, abych si ověřil, zda je vůbec možné střechu takové konstrukce postavit. Použil jsem také program MEZERA 2010 pro ověření vzniku kondenzace ve větrané vzduchové mezeře.

Dověděl jsem se spoustu nových informací o funkcích a výhodách tepelného čerpadla, zapojení tepelných čerpadel a regulaci podlahového vytápění.

Při řešení problému s vytopením koupelen jsem se dostal ke kapilárním rohožím. Ty mě velice zaujaly z důvodu širokého spektra použití a jednoduché instalace.

Při návrhu podlahového vytápění jsem se snažil vytápění optimalizovat, aby nedocházelo ke zbytečnému přetápění místností, nebo k tomu, že otopné plochy nebudou stačit.

Vypracování bakalářské práce byl pro mě přínosný ve všech směrech. Od architektonického řešení objektů, přes pozemní stavitelství a řešení vytápění.



## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] **ČSN 73 4301.** Obytné budovy. Praha : ČNI, 2005.
- [2] **ČSN 74 0540 - 2.** Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Praha : ČNI, 2007.
- [3] **268/2009 Sb. .** o technických požadavcích na stavby.
- [4] **ČSN 73 6005.** Prostorové uspořádání sítí technického vybavení -Z4. PRAHA : ČNI, 2003.
- [5] *Geologické a geovědní mapy.* [Online] Česká geologická služba. [www.geologicke-mapy.cz](http://www.geologicke-mapy.cz).
- [6] **ČSN 730580.** Denní osvětlení budov. Praha : ČNI, 2007.
- [7] **Hořejší, Miroslav a Novák , Jan.** Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla. *TZB-info*. [Online] Topinfo s.r.o, 2010-2011. [Citace: 26. 4 2011.] [www.tzb-info.com](http://www.tzb-info.com). ISSN 1801-4399.
- [8] Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury. [Online] Ústav územního rozvoje, 2010. [www.uur.cz](http://www.uur.cz).
- [9] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. *TZB-info*. [Online] Topinfo s.r.o., 2010-2011. [Citace: 16. 04 2011.] [vytapieni.tzb-info.cz](http://vytapieni.tzb-info.cz). ISSN 1801-4399.
- [10] Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2011. *České stavební standardy*. [Online] RTS Brno, 2011. [www.stavebnistandardy.com](http://www.stavebnistandardy.com).
- [11] **Srdečný, Karel a Truxa, Jan.** *Tepelná čerpadla*. Brno : ERA, 2005.
- [12] **Karlík, Robert.** *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2009.
- [13] **Žeravík, Antonín.** *Stavíme tepelné čerpadlo*. Přerov : na vlastní náklady, 2003.